

Microbiología de vinos y vinagres tradicionales de Andalucía. Una historia de sinergia: Grupos VITENOL (AGR 146) y BioPrEn (RNM-940)

JUAN C MAURICIO*, TERESA GARCÍA MARTÍNEZ, JAIME MORENO GARCÍA, JUAN J ROMÁN CAMACHO, JUAN R CARBONERO PACHECO, M TRINIDAD ALCALÁ JIMÉNEZ, JUAN C GARCÍA GARCÍA, RAQUEL MUÑOZ CASTELLS, JOSÉ M FUENTES ESPINOSA, IRENE SÁNCHEZ LEÓN, RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA, FRANCISCO J MARTÍN GARCÍA, ROGER CONSUEGRA, INÉS SANTOS DUEÑAS, ISIDORO GARCÍA GARCÍA, RAFAEL PEINADO Y JUAN MORENO

Campus Universitario de Rabanales, Universidad de Córdoba, Ctra. N-IV-A km 396, 14014-Cordoba.

✉ mi1gamaj@uco.es



Figura 1. Miembros del grupo de investigación VITENOL en la Noche Europea de l@s Investigador@s.

El Grupo de Investigación en Viticultura y Enología (VITENOL, **Figura 1**) es un grupo interdisciplinar formado por investigadores en Biología, Química, Bioquímica y Enología, que está especializado en la investigación de la Microbiología y la Química del vino. Forma parte del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI) de la Junta

de Andalucía desde su creación en 1995 con el código AGR146 (<http://www.uco.es/investiga/grupos/vitenol/>; <https://www.youtube.com/watch?v=0899Mj7sGZk&t=1s>). El personal y la infraestructura del grupo se ubica en el Departamento de Química Agrícola, Edafología y Microbiología, Campus Universitario de Rabanales de la Universidad de Córdoba (UCO) y está inte-

grado en el Campus de Excelencia Internacional Agro Alimentario de Andalucía (ceiA3). Como líneas de investigación se pueden destacar las siguientes: pro-teómica y metabolómica de levaduras, inmovilización de células de levaduras y aplicaciones, caracterización y control de la crianza de vinos, elaboración de vinos dulces, caracterización y aprovechamiento de

subproductos de la industria vitivinícola, y recientemente, el grupo ha avanzado en la elaboración de nuevos vinos espumosos a partir de variedades de uva y levaduras de la DOP Montilla-Moriles. Actualmente, el uso de levaduras no *Saccharomyces* en Enología está siendo muy extendido debido a las características positivas que pueden aportar a los vinos. En este sentido, conviene resaltar que el grupo de investigación fue pionero en la detección, caracterización y uso de levaduras autóctonas en la fermentación de mostos Pedro Ximénez (Mauricio *et al.*, 1991; Moreno *et al.*, 1991). Otro hito importante alcanzado por el grupo es el desarrollo de un nuevo método de inmovilización basado en una autoinmovilización entre las hifas de un hongo y células de levaduras (García-Martínez *et al.*, 2012). Este sistema se ha aplicado en distintos procesos, como en la fermentación de vinos dulces Pedro Ximénez, crianza biológica y segunda fermentación en botella para la elaboración de cava. En este último, el grupo colaboró con la investigadora Anna Puig Pujol del IRTA-INCAVI de Cataluña gracias a la consecución de varios proyectos de investigación nacionales (Puig-Pujol *et al.*, 2013). Otro tema importante de estudio ha sido el análisis proteómico de levaduras de flor (Moreno-García *et al.*, 2017) y de levaduras durante la segunda fermentación en botella (Porrás-Agüera *et al.*, 2020). Las últimas investigaciones que se están llevando a cabo son las siguientes: selección de levaduras de flor para afrontar los efectos adversos del cambio climático sobre la crianza biológica y mejora de ésta. Estas investigaciones están ligadas a proyectos CDTI con la empresa Pérez Barquero. También se está llevando a cabo el aislamiento, identificación y caracterización de levaduras de distintos ambientes enológicos como, viñedo, fermentación alcohólica y crianza biológica. Los descubrimientos recientes han puesto en evidencia la relación de la calidad de la uva, su microbiota y la calidad del vino, con el pago vitícola. En crianza biológica se ha detectado una gran diversidad microbiana, más de 30 especies, y se ha propuesto a los ácaros (*Carpoglyphus lactis* y *Tyrophagus putrescentiae*) y a las moscas *Drosophila* como vectores de estos microorganismos entre los diferentes nichos (Figura 2, Carbonero-Pacheco *et al.*, 2023). Debido a las tendencias de mercado, otro tema muy interesante que está teniendo una gran expectación es el estudio de la crianza biológica para la obtención de vinos Finos con una menor

graduación alcohólica, alrededor de 14 % (V/V). Este estudio se está realizando en colaboración con profesores de la Universidad de Cádiz (Cristina Lasanta y Jesús Cantoral).

El grupo VITENOL de la UCO ha recibido distintos premios de investigación José Luis Mesías Iglesias en distintas ediciones 2002, 2014 y 2018. En 2019, la Sociedad Americana para la Enología y la Viticultura (ASEV) otorgó al grupo de investigación el premio a la mejor publicación de 2018 en Enología (Moreno-García *et al.*, 2018; <https://www.asev.org/press-release/asev-selects-2019-best-enology-and-viticulture-papers>). También ha obtenido el Primer premio de la XII Edición del Concurso de Ideas de Negocio de la Universidad de Córdoba (<http://hdl.handle.net/10396/19448>) y recientemente la Medalla de oro del Consejo Social al grupo de empresas Pérez Barquero y al grupo de investigación AGR146 – Vitenol por la colaboración en materia de transferencia e innovación (<https://www.uco.es/servicios/actualidad/acuerdos/item/150336-medalla-de-oro-del-consejo-social-al-grupo-de-empresas-perez-barquero-y-al-grupo-de-investigacion-agr146-vitenol>).

En el año 2018 y gracias al XXIII Programa Propio de Fomento de la Investigación (Ayudas para potenciar el establecimiento de SINERGIAS en el desarrollo de proyectos de I+D precompetitivos) de la UCO el grupo VITENOL y miembros del grupo BioPrEn (<https://biopren.es/>; <https://www.youtube.com/watch?v=6hZO83hPGfc&t=4s>), ingenieros químicos y expertos en la producción de vinagres, trabajan en estrecha colaboración en la caracterización de la microbiota de vinos y vinagres de la DOP Montilla-Moriles. El grupo VITENOL se destaca por el uso de herramientas ómicas como metabolómica, proteómica y genómica y el grupo BioPrEn por el análisis y diseño de biorreactores, especialmente los acetator Frings para la producción de vinagres, modelización y optimización de procesos bioquímicos. Desde entonces investigan en el análisis de microbiotas complejas del vinagre, mediante herramientas -ómicas, y en el estudio de los aspectos moleculares de los bioprocesos y en el desarrollo de nuevos vinagres de calidad en los que además de la formación de ácido acético se aumenta el contenido de ácido glucónico. La presencia de ácido glucónico puede aportar una mayor estabilidad al producto y mejorar sus propiedades sensoriales dado que incrementa la acidez fija, pero sin

umentar la sensación punzante que tiene el ácido acético, al mismo tiempo aportaría un sabor ácido con un dulzor suave. La microbiota que se encuentra durante la producción de vinagre es difícil de aislar y cultivar debido a que se encuentra en unas condiciones de crecimiento muy específicas y extremas, como elevada concentración de etanol y de ácido acético, pH muy bajo, y un requerimiento de oxígeno saturante durante todo el proceso. Utilizando técnicas innovadoras de metaproteómica (LC-MS/MS) y metagenómica (secuenciación de amplicones de ARNr 16S) hemos abordado el difícil problema de identificar y caracterizar estas complejas comunidades microbianas. Se ha encontrado que la especie más representativa es *Komagataeibacter europaeus* y estas investigaciones explican la capacidad de AAB para adaptarse a diferentes medios de cultivo mediante versatilidad metabólica (Román-Camacho *et al.*, 2023). Proyecto MICINN, Ref. PID2021-127766OB-I00).

Fruto de todos estos estudios se dispone de una gran colección de levaduras y bacterias acéticas caracterizadas y con un interés potencial biotecnológico para el sector. En este sentido, los dos grupos están muy comprometidos con la transferencia de conocimiento y tecnología, no sólo a la comunidad especializada, con la participación en congresos y publicación en revistas internacionales de alto impacto, sino también mediante la “transferencia de proximidad” a empresas y a la ciudadanía, mediante una amplia gama de actividades como son: asesoramiento, charlas, cursos de formación, transferencia de conocimiento y personal especializado, divulgación de resultados y elaboración de nuevos productos, participación en la “Noche Europea de los Investigadores” (Figura 1), Cuéntame tu Tesis (primer premio edición 2022 para Francisco José Martín), Patios de Ciencia, Paseo por la Ciencia, entre otras. Resaltar que gracias a un proyecto CDTI con la empresa Pérez Barquero se ha comercializado el primer vino espumoso con una levadura de flor autóctona y vino Pedro Ximénez de la zona con un gran éxito (<https://www.pressreader.com/spain/cordoba-2326/20221222/281913072175702>). La levadura usada para la segunda fermentación es la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* G1 aislada por el grupo VITENOL y disponible en su colección (Martínez-García *et al.*, 2020). Los dos grupos de investigación colaboran con diversos grupos nacionales e internacionales

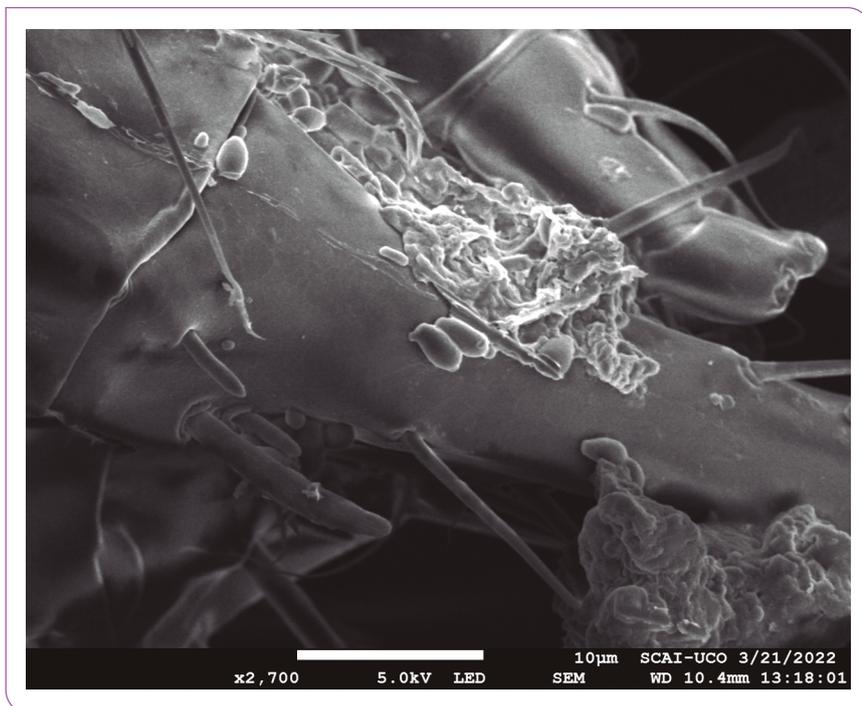


Figura 2. Imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM). Diferentes morfologías de microorganismos detectados en el exoesqueleto de ácaros.

y las empresas con las que colaboran actualmente son: Pérez Barquero, Alvear, Paudire Innova, González-Byass, Williams-Humbert, ÚNICO Vinagres y salsas, Mahou-San Miguel. Como perspectivas futuras se está comenzando una nueva línea de investigación “Obtención de bioetanol de primera y segunda generación”, continuar generando y transfiriendo conocimiento mediante la “transferencia de proximidad” que es un recurso importante para la mejora empresarial y para el desarrollo socioeconómico de la zona, que como decía Pasteur en 1876 “La Ciencia es el alma de la prosperidad de los pueblos y la fuente viva de todo progreso” (Especial Microbiología de los alimentos SEM@foro N.º 75, Junio 2023).

Bibliografía

Carbonero-Pacheco J, Rey MD, Moreno-García J, Moreno J, García-Martínez T y Mauricio JC. (2023). Microbial diversity in sherry wine biofilms and surrounding mites. *Food Microbiol* 116: 104366. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104366>

García-Martínez T, Puig-Pujol A, Peinado RA, Moreno J y Mauricio JC. (2012). Potential use of wine yeasts immobilized

on *Penicillium chrysogenum* for ethanol production. *J Chem Technol Biotechnol* 87: 351–359. doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.2725>

Martínez-García R, Roldán-Romero Y, Moreno J, Puig-Pujol A, Mauricio JC y García-Martínez T. (2020). Use of a flor yeast strain for the second fermentation of sparkling wines: Effect of endogenous CO₂ over-pressure on the volatilome. *Food Chem* 308: 125555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125555>

Mauricio JC, Guijo S y Ortega JM. (1991). Relationship between phospholipid and sterol contents in *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulopsis delbrueckii* and their fermentation activity in grape mts. *Am J Enol Vitic* 42: 301-308.

Moreno J, Millán C, Ortega JM y Medina M. (1991). Analytical differentiation of wine fermentations using pure and mixed yeast cultures. *J Ind Microbiol* 7: 181-190.

Moreno-García J, García-Martínez T, Moreno J, Mauricio JC, Ogawa M, Luong P y Bisson LF. (2018). Impact of yeast flocculation and biofilm formation on yeast-fungus coadhesion in a novel immobilization system. *Am J Enol Vitic*

69:278-288. doi: <https://doi.org/10.5344/ajev.2018.17067>

Moreno-García J, Mauricio JC, Moreno J y García-Martínez T. (2017). Differential proteome analysis of a flor yeast strain under biofilm formation. *Int J Mol Sci* 18, 720. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms18040720>

Porrás-Agüera JA, Román-Camacho JJ, Moreno-García J, Mauricio JC, Moreno J y García-Martínez T. (2020). Effect of endogenous CO₂ overpressure on the yeast “stressome” during the “prise de mousse” of sparkling wine. *Food Microbiol* 89: 103431. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103431>

Puig-Pujol A, Bertran E, García-Martínez T, Capdevila F, Mínguez S y Mauricio JC. (2013). Application of a new organic yeast immobilization method for sparkling wine production. *Am J Enol Vitic* 64: 386-94. doi: <https://doi.org/10.5344/ajev.2013.13031>

Román-Camacho JJ, García-García I, Santos-Dueñas IM, García-Martínez T y Mauricio JC. (2023). Latest Trends in Industrial Vinegar Production and the Role of Acetic Acid Bacteria: Classification, Metabolism, and Applications—A Comprehensive Review. *Foods* 12(19): 3705. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12193705>